6

POUR UNE GESTION INTÉGRÉE DES DÉCHETS

LA VALORISATION DES DÉCHETS DOMESTIQUES

Québec

88-04318/

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

LA VALORISATION DES DÉCHETS

(à l'aide de procédés de haute technologie)

DIRECTION DE LA RÉCUPÉRATION ET DU RECYCLAGE

SEPTEMBRE 1987

Dépôt légal - 3e trimestre 1987
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN 2-550-17842-4 (Édition complète)
2-550-17848-3

Envirodoq 87246

Ont collaboré à cette publication:

Recherche et rédaction

. Gilbert Tremblay

Révision technique

. Lise Caron
. André Harvey
. Jean Labrecque
. André Richard
. Lucien Tremblay
. Gaston Trudel

Révision linguistique

. Martine P. Gagné

Dactylographie

. Lise DesRuisseaux
. Hélène Mercier

TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1: DESCRIPTION DES TECHNIQUES ET DE LEURS PRODUITS	3
1.1 LE CLASSEMENT DES TECHNIQUES	3
1.2 L'INCINÉRATION	3
1.3 LA PYROLYSE	6
1.4 LE COMPOSTAGE	9
1.5 LA MÉTHANISATION	12
1.6 LE TRI MÉCANIQUE	15
1.7 LA FABRICATION DE COMBUSTIBLE SOLIDE	18
1.8 LES AUTRES TECHNIQUES EN DÉVELOPPEMENT	21
1.8.1 La minéralisation	21
1.8.2 l'hydrolyse	22
CHAPITRE 2: LES MARCHÉS	25
2.1 L'OFFRE	25
2.1.1 L'incinération	25
2.1.2 La pyrolyse	27
2.1.3 Le compostage	27
2.1.4 La méthanisation	27
2.1.5 Le tri mécanique	28
2.1.6 La fabrication de CDDM	28
2.2 LA DEMANDE	29
2.2.1 Les matières énergétiques	29
a) l'eau chaude et la vapeur	29
b) l'électricité	30
c) le biogaz	31
d) les CDDM	31

Page

2.2.2 Le compost 32
2.2.3 Les matières triées 33

CHAPITRE 3: LES ASPECTS ENVIRONNEMENTAL, ÉCONOMIQUE ET RÉGLEMENTAIRE 35

3.1 L'ASPECT ENVIRONNEMENTAL 35

3.1.1 L'air 35
3.1.2 L'eau 35
3.1.3 Le sol 37
3.1.4 Les autres impacts 38

3.2 L'ASPECT ÉCONOMIQUE 38

3.3 L'ASPECT RÉGLEMENTAIRE 40

CHAPITRE 4: LA COMPARAISON ET LA COMPLÉMENTARITÉ ENTRE LES TECHNIQUES 43

4.1 LA COMPARAISON ENTRE LES TECHNIQUES 43
4.2 LA COMPLÉMENTARITÉ ENTRE LES TECHNIQUES 43

CHAPITRE 5: LA SITUATION ACTUELLE 47

5.1 LA SITUATION AU QUÉBEC 47

5.1.1 Les usines existantes 47
5.1.2 Les projets à l'étude 47

5.2 L'ÉTAT DE LA SITUATION DANS DIVERS PAYS 52

CONCLUSION 55

GLOSSAIRE 57

BIBLIOGRAPHIE 59

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Page

FIGURE 1.1: L'incinération: bilan matière 5

FIGURE 1.2: La pyrolyse: bilan matière 8

FIGURE 1.3: Le compostage: bilan matière 11

FIGURE 1.4: La méthanisation: bilan matière 14

FIGURE 1.5: Le tri mécanique: bilan matière 17

FIGURE 1.6: La fabrication de CDDM: bilan matière 20

FIGURE 4.1: Complémentarités des techniques 45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1: Quantités moyennes de produits potentiels disponibles à partir d'une tonne de déchets 26

Tableau 3.1: Importance des impacts environnementaux par techniques 36

Tableau 3.2: Tableau comparatif par techniques des estimations de coûts associés aux principales techniques 39

Tableau 4.1: Tableau comparatif des avantages et des inconvénients entre les principales techniques de valorisation 44

Tableau 5.1: Liste des usines de traitement des déchets municipaux présentement en exploitation au Québec 48

Tableau 5.2: Liste des études sur des projets envisagés au Québec pour le traitement et la valorisation des déchets municipaux 49

Tableau 5.3: Pourcentage des déchets municipaux enfouis ou valorisés dans divers pays 53

INTRODUCTION

Au Québec, ce sont surtout les centres urbains qui, de nos jours, sont confrontés à des difficultés aigues dans le domaine de la gestion des déchets municipaux, plus particulièrement, au niveau de leur élimination. L'enfouissement sanitaire et l'incinération, qui sont les principales méthodes d'élimination au Québec, ne sont pas exemptes de problèmes et de contraintes de toutes sortes, tant au niveau technique, environnemental qu'économique.

C'est pourquoi les gestionnaires municipaux et la population, davantage sensibilisés à la conservation de leur environnement, se rendent compte que notre contexte moderne commande de plus en plus une diversification des moyens et une nouvelle approche dans le domaine de la gestion intégrée des déchets. La valorisation des déchets est l'une des solutions envisagées par différentes municipalités dans le but de donner une plus-value à certaines des composantes des déchets et de favoriser le prolongement de la vie utile des lieux d'enfouissement sanitaire qui sont de plus en plus difficiles à implanter.

Ce document décrit donc les principales techniques de valorisation disponibles présentement et pouvant contribuer, par leur complémentarité, à une gestion plus rationnelle des déchets.

CHAPITRE PREMIER

DESCRIPTION DES TECHNIQUES ET DE LEURS PRODUITS

1.1 LE CLASSEMENT DES TECHNIQUES

Pour les fins de cette étude, six grandes techniques ont été retenues, et chacune sera décrite séparément. Ces techniques peuvent également être regroupées selon trois grands modes de traitement.

L'incinération et la pyrolyse font partie du mode de traitement thermique et nécessitent des températures très élevées. Le compostage et la méthanisation correspondent à un mode de traitement biochimique reposant essentiellement sur des réactions chimiques engendrées par des organismes microscopiques. Finalement, le tri mécanique et la fabrication de combustibles dérivés des déchets sont des techniques associées principalement au mode de traitement physique faisant appel à des équipements mécaniques pour séparer et conditionner les déchets.

1.2 L'INCINÉRATION

L'incinération consiste en un traitement thermique des déchets dans un four conçu pour maintenir des températures de l'ordre de 500 à 1000 °C. Les ordures sont habituellement introduites en vrac et sont brûlées dans une atmosphère contrôlée.

Dans certains cas, on peut également procéder simultanément à l'incinération de boues d'usines de traitement, à condition qu'elles soient préalablement déshydratées.

Il existe plus de 80 marques commerciales de procédés d'incinération regroupées en deux grandes catégories. La première et la plus ancienne, est celle qui consiste à brûler les déchets dans un four à chambre de combustion unique en présence d'un excès d'air. Ces fours sont construits sur place et ont une capacité moyenne de 200 à 400 tonnes par jour.

Le second type d'incinérateur, le modulaire, n'existe que depuis 10 à 15 ans; il peut être préfabriqué en usine puis assemblé sur le chantier. Le four comporte une double chambre de combustion où les déchets sont d'abord brûlés dans un milieu déficient en air et les gaz de combustion, brûlés ensuite dans la seconde chambre. La gamme de capacité de ce type de four s'étend de 10 à 100 tonnes par jour.

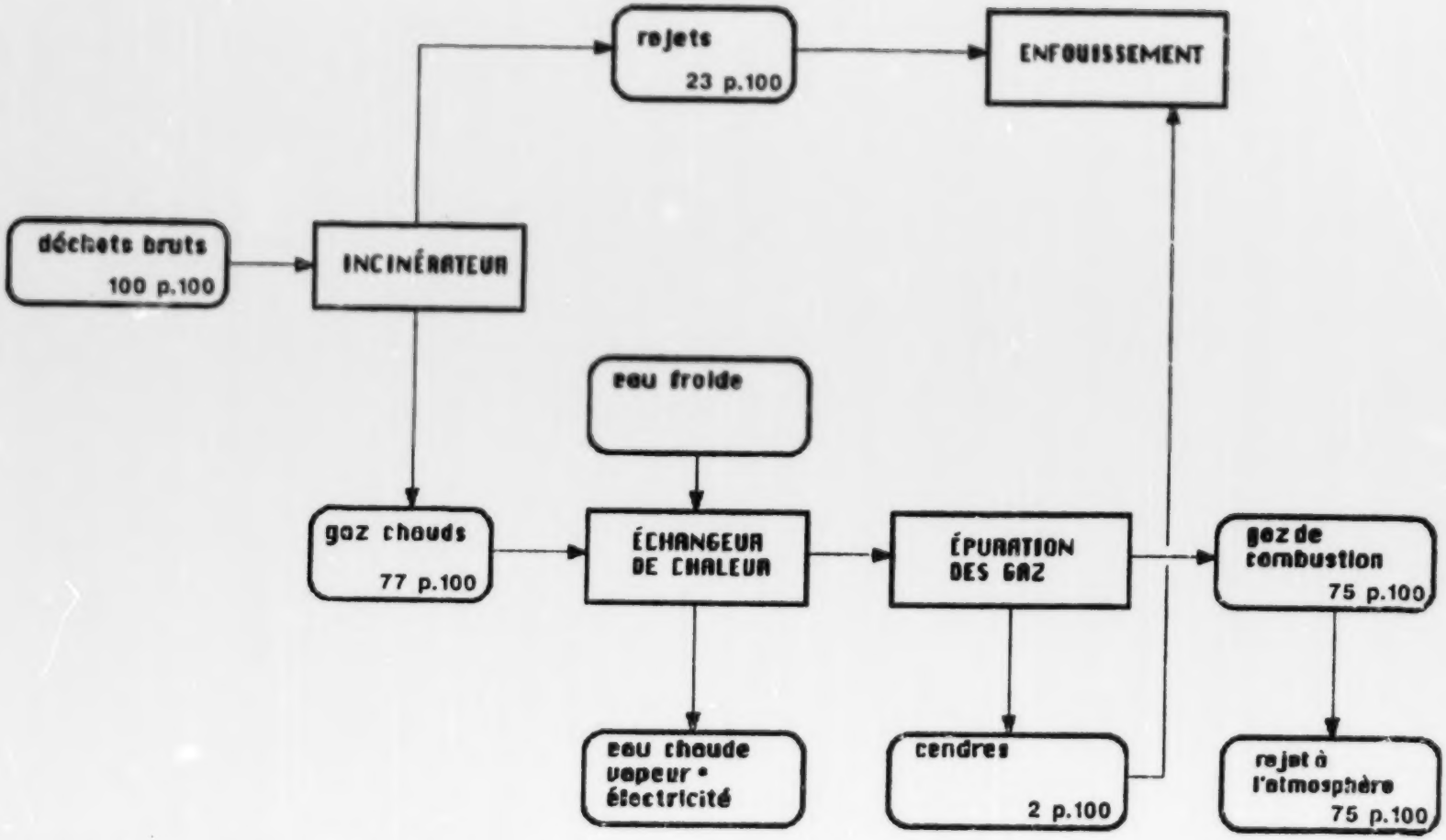
À la fin du processus, la matière organique ou combustible est transformée en gaz tandis que le reste des déchets est réduit à l'état de résidus. De plus, la ferraille peut être extraite séparément, par tri magnétique, soit avant ou après la phase d'incinération proprement dite. (figure 1.1). Cette technique permet de diminuer le volume des déchets de 85 à 90 pour cent, et en poids, de 70 à 75 pour cent.

La chaleur dégagée par l'incinération peut être récupérée sous forme d'eau chaude ou de vapeur à des fins de chauffage ou autres usages industriels à la condition toutefois que les industries clientes soient situées à quelques kilomètres, au maximum, de l'incinérateur. La vapeur peut également servir à générer de l'électricité, mais il faut ajouter des turbogénérateurs.

FIGURE 1.1

INCINÉRATION

BILAN MATIÈRE (POURCENTAGE DU POIDS)



En moyenne 2,5 kg de vapeur / kg de déchets

Source: LE GROUPE SNC

Il peut même y avoir cogénération d'énergie si une installation produit, en parallèle, de la vapeur et de l'électricité.

L'incinération est une technique qui demande beaucoup d'attention si on veut éviter certains problèmes d'exploitation n'apparaissant qu'à moyen ou long terme. Ainsi, au niveau de la conception, il faut installer des grilles de combustion et des revêtements internes réfractaires adéquats car ces éléments se détériorent plus vite que les autres après le passage des déchets, des gaz chauds et des cendres dans les fours.

Au niveau de l'exploitation, il faut également exercer un contrôle sévère de la température, car les températures trop élevées détériorent les tubes des chaudières et altèrent les équipements d'épuration des gaz. Des équipements d'épuration d'air et d'épuration d'eau sont aussi essentiels pour assurer la rétention des polluants et garantir la sécurité de la population. Enfin les cendres et les poussières doivent être acheminées vers des lieux d'enfouissement adéquats.

L'incinération est une technique éprouvée. Depuis le début du siècle, plusieurs centaines d'incinérateurs ont été construits dans plusieurs pays.

1.3 LA PYROLYSE

La pyrolyse pure ou dégazage est une forme de décomposition thermique ou de distillation des déchets, préférablement broyés. Le four, exempt d'oxygène, est chauffé extérieu-

rement à des température de 500 à 1000 °C pour les procédés plus récents et jusqu'à 1600 °C pour les plus anciens. Avec un procédé de pyrolyse pure, les déchets ne sont exposés à aucune flamme mais sont décomposés par conductance calorifique des parois du four ou par introduction d'un gaz très chaud.

Cependant, depuis le développement de la gazéification qui consiste en une combustion des matières mais dans un four à air raréfié, la tendance est d'assimiler ce phénomène et celui du dégazage sous la seule appellation de pyrolyse. Par contre, il est important de noter que ces deux techniques, même si elles s'apparentent sur divers points, ne présentent pas tout à fait les mêmes résultats au niveau des types de produits et de résidus générés. Pour les besoins de la présente étude, les procédés de dégazage et de gazéification ont été regroupés sous la même appellation de pyrolyse.

Il existe au moins une trentaine de marques commerciales de pyrolyseurs que l'on peut regrouper selon trois grands types de fours: les fours verticaux et les fours à lit fluidisé qui ont caractérisé les deux premières générations de pyrolyseurs et les fours horizontaux rotatifs qui représentent la nouvelle génération en développement.

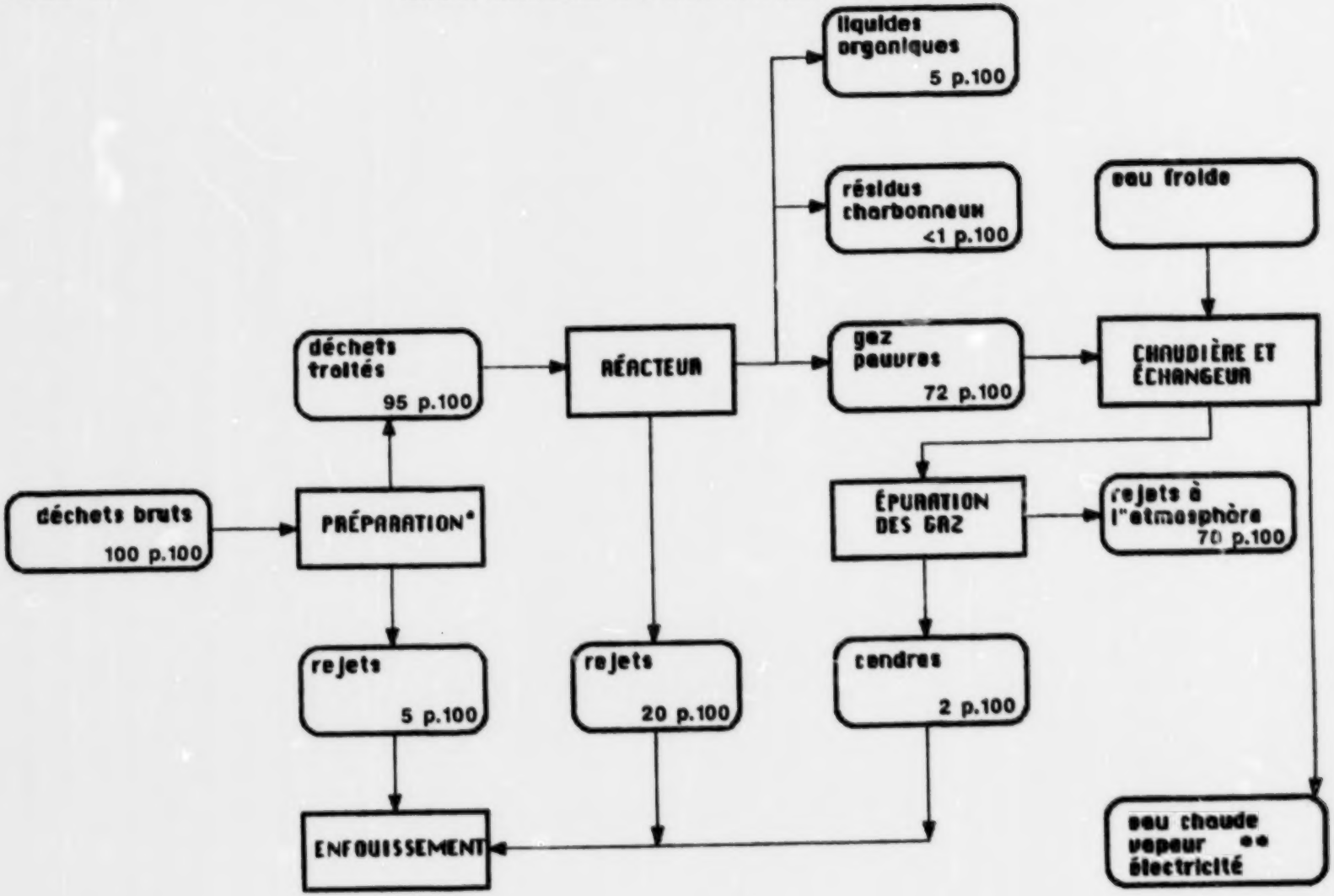
À la fin du processus de pyrolyse, les déchets se retrouvent sous la forme de combustible (gaz ou huiles, selon le procédé) et de résidus charbonneux. Cette technique permet de traiter 70 à 90 pour cent du poids initial des déchets. (figure 1.2)

Parmi les gaz ou les huiles générés, une partie est généralement réintroduite dans le four afin de faciliter le bon fonctionnement du système, tandis que la plupart des produits

FIGURE 1.2

PYROLYSE

BILAN MATIÈRE (POURCENTAGE DU POIDS)



* Optionnel

** 2,5 à 3,0 kg de vapeur / kg de déchets

Source : LE GROUPE SNC

doivent habituellement être raffinés avant d'être commercialisés. Ainsi, les gaz ne renferment qu'une faible teneur énergétique; ils doivent donc préférablement être brûlés sur place pour produire de la vapeur ou de l'eau chaude.

Les premières générations de pyrolyseurs à déchets se sont butées à des problèmes techniques ou économiques. Les réactions incomplètes donnant des produits de basse qualité résultaient des difficultés de contrôle de température ou de pression, du colmatage des tubes de chaudières et des divers filtres et de la corrosion interne de certains équipements.

Le développement de la pyrolyse des déchets est récent (depuis 10 à 15 ans) et on ne connaît que peu d'applications commerciales ou industrielles de cette technique.

La plupart des installations en exploitation (une dizaine dans le monde) sont encore au stade d'usines pilotes et fonctionnent à très petite échelle. Il n'existe que deux usines en Europe qui fonctionnent sur une base industrielle à raison de 200 tonnes par jour.

1.4 LE COMPOSTAGE

Le compostage consiste en une dégradation microbiologique des matières organiques putrescibles contenues dans les déchets pour les tranformer en un amendement stable appelé compost. Ce processus s'effectue normalement en milieu contrôlé (température, aération, humidité).

Il existe plus d'une quarantaine de marques commerciales de procédés qu'il est possible de classer selon deux grandes catégories. La première est la fermentation aérobie (en présence d'oxygène) lente (un à trois mois) qui consiste à placer les matières putrescibles en séries d'andains (piles ou rangées) qui sont retournées mécaniquement de temps à autre.

La seconde est la fermentation aérobie accélérée (2 à 14 jours) qui peut être obtenue en faisant circuler les matières putrescibles dans un digesteur où les conditions sont contrôlées pour accélérer le processus de dégradation microbiologique de la matière. Pour obtenir un produit acceptable, la fermentation doit s'effectuer à une température minimale de 60 °C.

Cette technique exige au préalable un traitement mécanique des déchets (broyage, tamisage et autres tris divers), afin de séparer les matières putrescibles du reste des ordures.

Les usines de compostage permettent de traiter 40 à 70 pour cent, en moyenne, du poids global des déchets, si on inclut les ressources secondaires récupérées (métaux, verre, plastiques) lors de la phase de prétraitement par des équipements de tri. (figure 1.3)

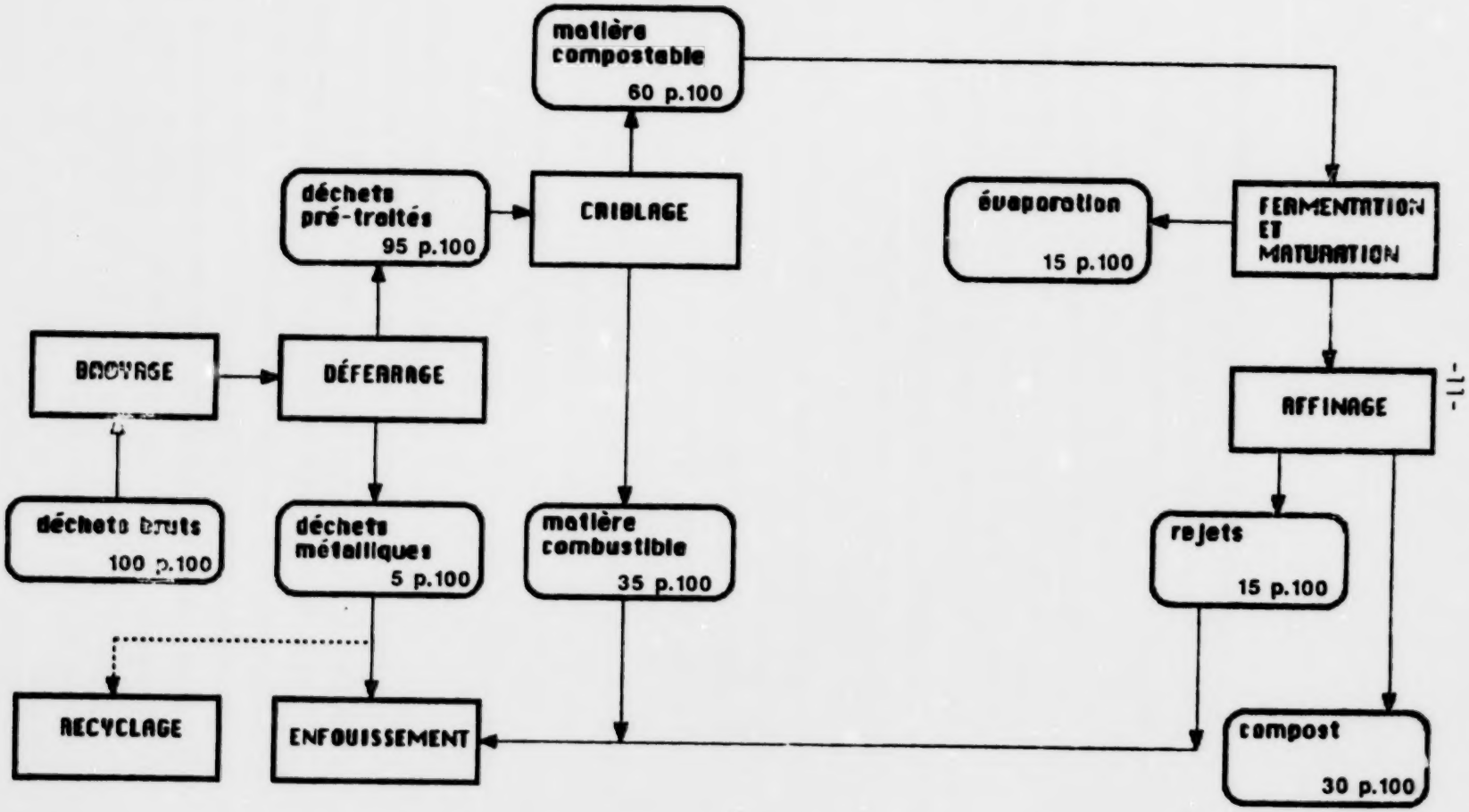
À la fin du processus, le compost subit généralement des phases de maturation (2 à 10 semaines, selon le procédé) et d'affinage (broyage et tamisage) afin d'obtenir un produit de qualité comparable à celle de certains terreaux vendus.

Il est parfois possible d'ajouter des boues d'usines de traitement lors de la fermentation. Le produit final ob-

FIGURE 1.3

COMPOSTAGE

BILAN MATIÈRE (POURCENTAGE DU POIDS)



Source: LE GROUPE SNC

tenu est classé comme un conditionneur ou un amendement organique mais non comme un fertilisant ou un engrais. Ce conditionneur peut être distribué en vrac ou en sac.

Les problèmes d'exploitation survenant le plus fréquemment se situent au niveau de la qualité physique du compost, si les phases de tri sont inefficaces ou si la fermentation est effectuée dans de mauvaises conditions de température ou d'humidité. La présence de métaux lourds dans le compost peut en limiter grandement les débouchés.

Le compostage est une technologie utilisée depuis quelques décennies, en particulier en Europe. Il existe au moins 400 installations de tailles très variables (8000 à 200 000 tonnes/an) dans le monde. Cette technique favorise le traitement des déchets à fort contenu organique comme on en retrouve en Europe et dans les pays en voie de développement.

1.5 LA MÉTHANISATION

La méthanisation se définit comme une forme de décomposition microbiologique anaérobie des matières organiques putrescibles contenues dans les déchets. Cette réaction génère des gaz dont principalement le méthane qui est combustible. Le processus peut se dérouler d'une façon lente (dans un enfouissement sanitaire) ou de façon accélérée (dans un digesteur). La méthanisation accélérée consiste à mélanger de la matière organique putrescible avec une grande quantité d'eau, dans un digesteur à air contrôlé, et à laisser fermenter le mélange durant 10 à 15 jours.

Il existe environ une douzaine de marques commerciales de procédés de méthanisation qui se regroupent en deux catégories: les procédés dotés d'un seul digesteur et ceux qui sont conçus avec deux digesteurs en série. Deux niveaux de température de fermentation sont expérimentés, selon les procédés, soit 40 ou 60 °C.

Cette technique exige cependant que les déchets aient préalablement été triés et broyés afin de séparer la matière putrescible du reste des ordures. La méthanisation peut également permettre l'injection de boues d'usines de traitement, au niveau du digesteur. Le méthane doit généralement être épuré et traité avant d'être introduit dans un réseau de distribution de gaz naturel ou être utilisé pour d'autres usages énergétiques.

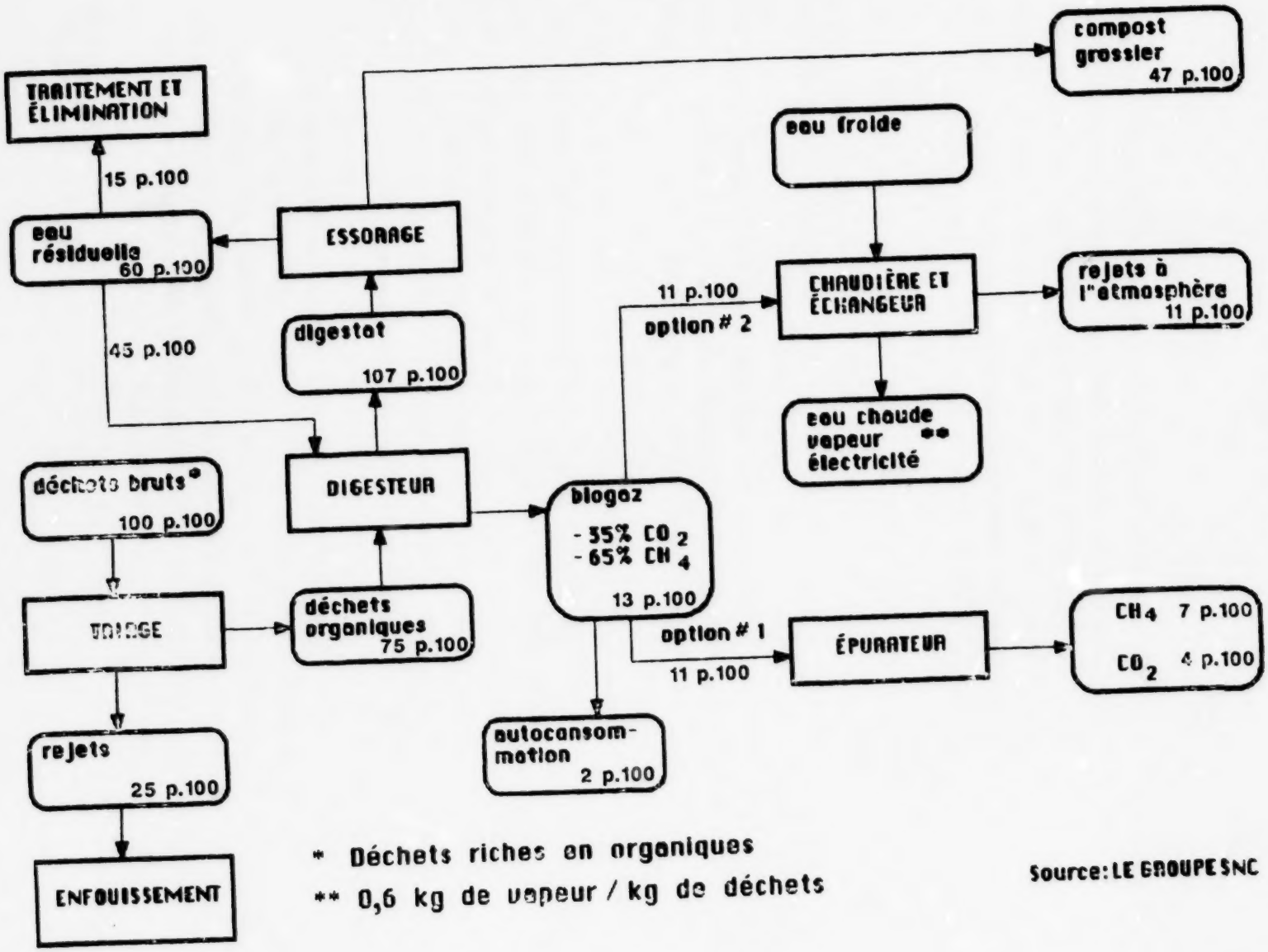
Du poids initial des déchets, de 70 à 90 pour cent peuvent être traités pour se retrouver ensuite sous forme de ressources secondaires triées, de gaz divers et de matières digérées (digestat). Ces dernières, une fois séchées, laissées en maturation pendant plusieurs semaines et affinées, s'il y a lieu, peuvent servir comme compost. (figure 1.4)

Le principal problème qu'a connu la méthanisation jusqu'à maintenant se situe au niveau d'une fermentation déficiente due à l'inefficacité des tris mécaniques préliminaires ou de la difficulté d'obtenir un mélange homogène dans le digesteur. On a aussi noté que des fuites de gaz pouvaient survenir au niveau des digesteurs.

FIGURE 1.4

MÉTHANISATION

BILAN MATIÈRE (POURCENTAGE DU POIDS)



* Déchets riches en organiques

** 0,6 kg de vapeur / kg de déchets

Source: LE GROUPE SNC

La méthanisation des déchets est une technique en développement. On compte une quinzaine d'installations à travers le monde. Elles ont moins de cinq ans, fonctionnent sur une petite échelle et sont toutes classées comme des usines expérimentales ou pilotes.

1.6 LE TRI MÉCANIQUE

Le tri mécanique des déchets consiste en une séparation, à l'aide d'équipements effectuant des opérations physiques telles que le broyage, le tamisage et le tri par magnétisme, par gravité ou par jets d'air, des différents constituants des ordures selon le type de matériaux (papier/carton, verre, métaux, plastiques). Il existe une dizaine de marques commerciales de procédés de tri mécanique.

Ces procédés peuvent, selon les équipements utilisés, trier à partir des déchets broyés ou non. Dans le premier cas, un broyage ou un déchiquetage, au début du processus, permet de réduire uniformément la dimension des matières et de faciliter leur passage subséquent à travers les équipements de tri.

De plus, les usines effectuant le tri mécanique précédé d'un broyage préliminaire peuvent le réaliser en milieu humide (selon le principe d'une usine de pâtes et papiers), en milieu semi-humide (déchets légèrement arrosés) ou en milieu sec. Ce dernier type est le plus couramment utilisé dans les usines en exploitation.

L'élimination du broyage préliminaire limite les risques d'explosion, permet une meilleure évaluation visuelle de la qualité du tri et introduit même la possibilité de créer des postes de tri manuel afin d'améliorer la qualité de certaines matières triées. Cette technique n'élimine cependant pas la nécessité de déchiqueter ou de broyer certaines matières, après le tri, afin de mieux les conditionner et de faciliter leur transport et leur recyclage ultérieur. (figure 1.5)

Selon les procédés utilisés, le tri mécanique obtient un taux réel de valorisation très variable puisqu'il peut être de 10 à 85 pour cent du poids global des déchets. Son rendement aléatoire l'amène souvent à être combiné à une autre technique telle que le compostage, la fabrication de combustible dérivé ou la méthanisation. Le tri mécanique devient alors l'étape importante de prétraitement dans un ensemble de processus.

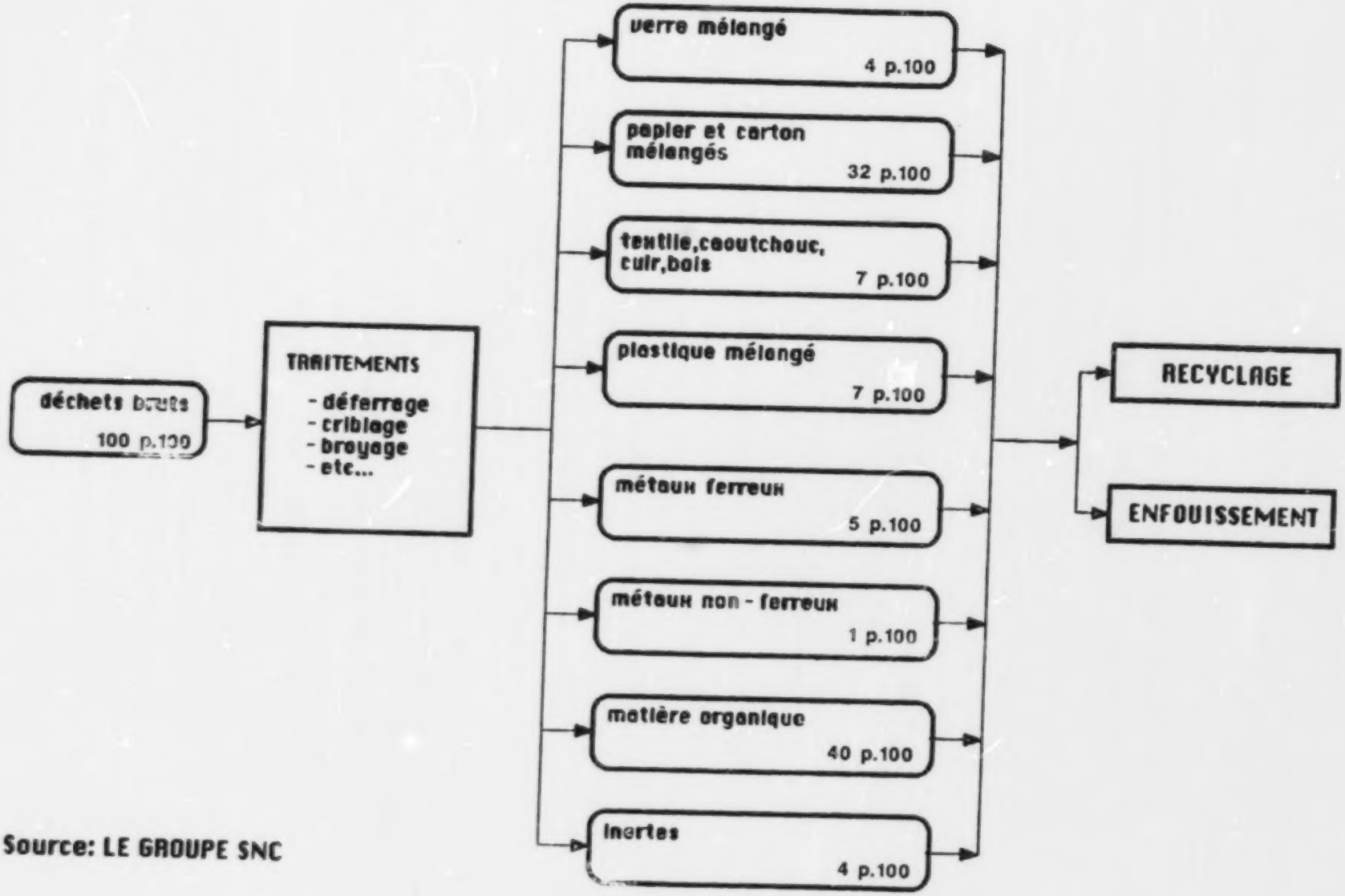
Les principaux problèmes reliés au tri mécanique sont les risques d'explosions lors du broyage, qui sont provoqués par la présence de certains déchets inflammables ou explosifs au début de la chaîne de traitement. Certains types de broyeur sont par contre conçus pour limiter au moins les risques de bris majeur en rejetant automatiquement les matières trop dures ou trop grosses.

La qualité très variable des matières triées pose aussi un problème important car en général la plupart des types de papiers, de verre ou de plastiques restent mélangés entre eux, diminuant sensiblement leur valeur de revente accordée à ces matières recyclables. L'efficacité des équipements de tri est limitée lorsque des matériaux sont de dimensions sembla-

FIGURE 1.5

TRI MÉCANIQUE

BILAN MATIÈRE (POURCENTAGE DU POIDS)



Source: LE GROUPE SNC

bles, trop petits ou lorsqu'ils sont trop contaminés par d'autres matières restées fixées ou collées sur les éléments triés.

L'arrivée des usines de tri mécanique des déchets remonte à 10 ou 15 ans. Leurs capacités varient sensiblement, allant du projet pilote jusqu'aux usines de 100 000 tonnes par an et plus. Toutefois, on ne compte qu'une quinzaine d'installations expérimentales de tri dans le monde.

1.7 LA FABRICATION DE COMBUSTIBLE SOLIDE

La dernière crise énergétique a entraîné l'apparition d'une technique visant principalement à isoler et à transformer, par le biais d'un processus physique et mécanique, la partie combustible des déchets en un produit servant à alimenter des chaudières industrielles ou d'autres types de fours adaptés pour recevoir des combustibles solides.

Il existe au moins une quarantaine de marques commerciales de procédés de fabrication de combustibles dérivés des déchets. Certains de ces procédés permettent en même temps la fabrication de compost puisque la fraction putrescible des déchets est séparée par le processus.

Ces procédés se divisent en deux grandes catégories, ceux produisant un combustible non densifié, sous la forme de morceaux grossiers ou de flocons et ceux générant un combustible densifié pouvant prendre la forme de granules, de boudins, de boulettes ou de briquettes. Ce combustible porte l'appellation abrégée française de CDDM (combustible dérivé des déchets municipaux) ou anglaise de RDF (refuse derived fuel).

La sélection préliminaire des matières entrant dans la fabrication du combustible dérivé s'effectue à la suite d'une ou de deux séries de broyages et de tris mécaniques des déchets. Cette phase permet d'isoler certaines ressources secondaires pouvant être recyclées telles la ferraille et le verre ainsi que les matières putrescibles. (figure 1.6)

Les matières combustibles déchiquetées peuvent alors être utilisées telles quelles, à l'état non densifié, dans des fours, ou être pressées pour obtenir un produit de forme arrondie ou allongée. La fabrication d'un combustible densifié permet de favoriser son entreposage durant de longues périodes, sans risque de décomposition et d'en faciliter le transport en vrac.

Cette technique permet de traiter 60 à 90 pour cent du poids initial des déchets si on inclut la production de compost et le tri des ressources secondaires recyclables. Le rendement de combustion du produit final est généralement supérieur à celui d'un incinérateur à déchets en vrac en raison de la plus grande concentration de matières combustibles.

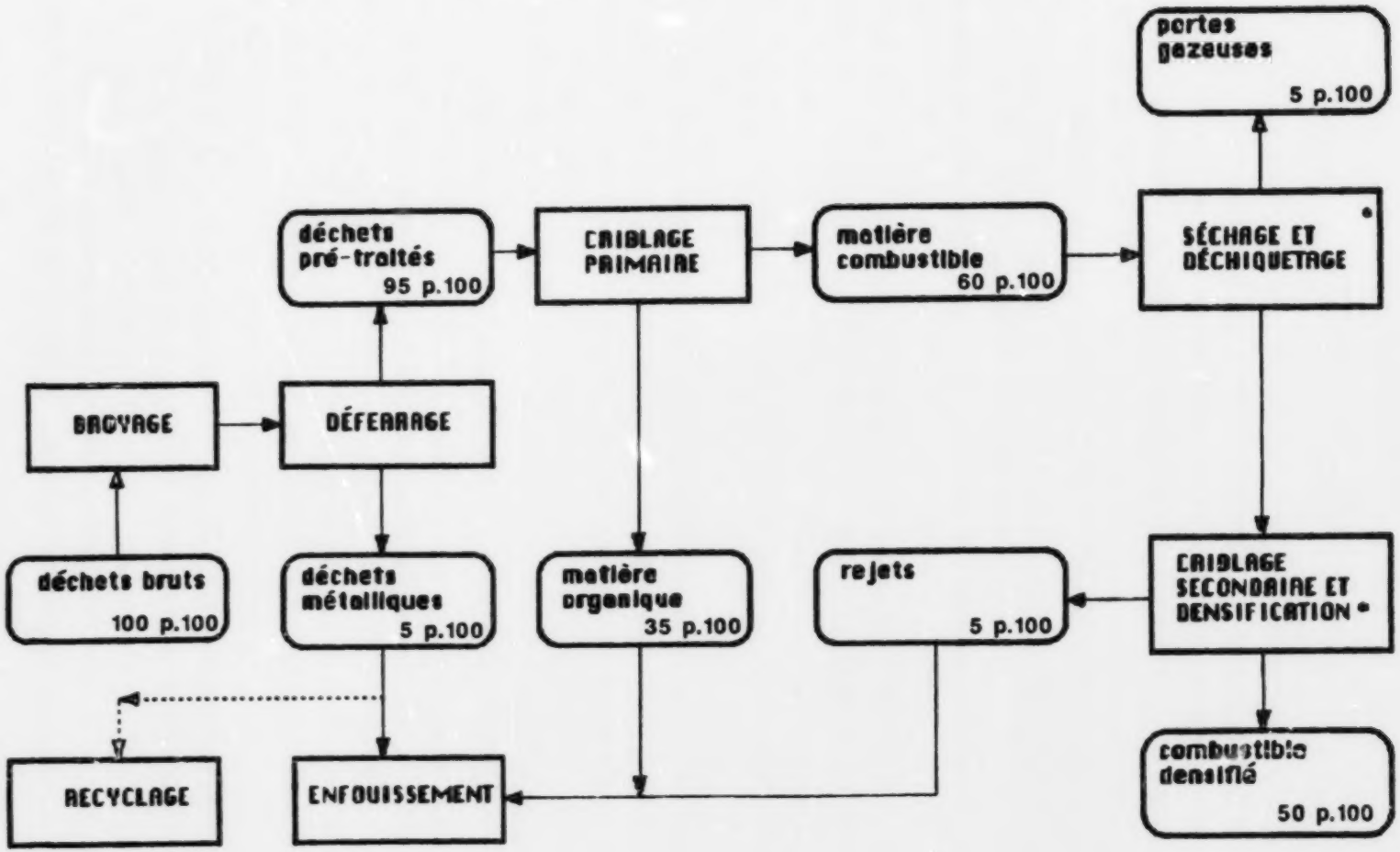
Les principaux problèmes techniques rencontrés par les usines de fabrication de combustible sont les mêmes que ceux décrits précédemment pour les usines de tri mécanique. A cela s'ajoutent, dans le cas du combustible non densifié, des problèmes de fermentation qui forcent l'utilisation presque immédiate de ce produit en raison de sa tendance à s'agglomérer lors d'un entreposage prolongé.

Cette technique est utilisée depuis 10 à 15 ans et on retrouve, à travers le monde, au moins une quarantaine d'usines

FIGURE 1.6

FABRICATION DE C.D.D.M. DENSIFIÉ

BILAN MATIÈRE (POURCENTAGE DU POIDS)



* Optionnel

Source: LE GROUPE SNC

de taille commerciale (100 à 900 tonnes par jour). L'Europe semble le plus avancé à ce niveau, particulièrement dans la fabrication de combustible densifié.

1.8 LES AUTRES TECHNIQUES EN DÉVELOPPEMENT

La recherche pour valoriser au maximum les diverses composantes des déchets donne également lieu à l'émergence de techniques peu connues en raison de leur degré moindre de développement ou de leur nouveauté.

Dans cette catégorie, nous avons retenu la minéralisation des déchets et l'hydrolyse. Ces techniques et leur perspective de développement sont donc décrites dans la présente section.

1.8.1 LA MINÉRALISATION

Ce procédé consiste, comme étape préliminaire, à faire subir une série de broyages et de tris magnétiques aux déchets, ressemblant ainsi à l'étape de prétraitement retrouvée lors de la fabrication de compost ou de combustible.

Par la suite, les déchets broyés sont mélangés à des produits plastifiants et cristalisants puis sont pressés sous la forme de granules. Ceux-ci sont ensuite introduits dans un tube rotatif à catalyse chauffé à 250 °C où sont également injectés des produits minéraux en poudre qui enrobent les émanations de chlore ainsi que les gaz de soufre consécutifs à la combustion générée par le brûleur.

Le produit final, ayant la forme de granule ou de poudre, peut être utilisé comme matériau d'infrastructure de routes ou incorporé à des pièces préfabriquées en béton. Il n'existe qu'une seule usine expérimentale, construite il y a deux ans à Viry près de Genève, d'une capacité de 10 tonnes à l'heure.

1.8.2 L'HYDROLYSE

L'hydrolyse des déchets consiste à séparer les diverses composantes des matières cellulosiques par une dissolution biochimique dans un solution aqueuse afin d'obtenir du glucose. Cette phase de dissolution constitue l'hydrolyse proprement dite qui peut être, selon les cas, acide, basique ou enzymatique. Les papiers et les cartons doivent préalablement être séparés des déchets en vrac.

Le glucose sert alors de matière première à un processus de fermentation dans un réacteur afin de produire une solution alcoolisée. Si on ajoute par la suite des phases d'évaporation et de distillation, on obtient de l'éthanol pur à 95 ou 99 pour cent en poids.

Seul ou mélangé à du méthanol, l'éthanol peut être utilisé comme additif dans l'essence (jusqu'à 10 pour cent) ou servir, à l'état pur, dans des moteurs modifiés.

Ce procédé, développé à l'origine pour l'hydrolyse du bois, se heurte, dans le cas des déchets, aux obs-

tacles suivants:

- 30 à 40 pour cent des déchets seulement, (bois, papier, carton) sont valorisables;

- la consommation d'eau et d'énergie est élevée, l'eau ne peut être recyclée dans le réacteur en raison de l'effet inhibitif de celle-ci et de la présence de certains sous-produits;

- l'écart de 50 pour cent entre les rendements théoriques et la production réelle de sucre (glucose).

L'hydrolyse de la fraction cellulosique des déchets municipaux pourrait s'avérer intéressante à condition d'y ajouter des déchets végétaux pour en améliorer le rendement. D'autre part, l'éthanol doit concurrencer le prix de revient de l'essence conventionnelle dont le niveau est encore élevé.

CHAPITRE 2

LES MARCHÉS

2.1 L'OFFRE

2.1.1 L'INCINÉRATION

L'incinération génère des gaz chauds dont l'énergie peut être transférée à de l'eau circulant dans des tuyaux à l'intérieur de l'incinérateur. Cette eau chaude peut à son tour être transformée en vapeur utilisable à différentes températures et pressions selon les besoins.

Une tonne de déchets peut générer environ 2,5 tonnes de vapeur, en moyenne, et le rendement énergétique est alors estimé à 75 pour cent. Ces 2,5 tonnes de vapeur équivalent à sept gigajoules (tableau 2.1).

La vapeur peut aussi être transformée en électricité grâce à des turbogénérateurs et chaque tonne de déchets produit 0,87 mégawatt-heure. Le rendement énergétique global du système est alors de 30 pour cent.

En 1985, les prix de vente de la vapeur étaient de 25 $ la tonne à Montréal et de 7,20 $ la tonne à Québec. Pour leur part, les tarifs industriels de vente d'électricité variaient de 1,8 à 2,7 ¢ le kilowatt-heure.

Tableau 2.1: QUANTITÉS MOYENNES DE PRODUITS POTENTIELS DISPONIBLES À PARTIR D'UNE TONNE DE DÉCHETS

TECHNIQUES ET PRODUITS	QUANTITÉ	UNITÉ (1)
L'incinération ou la pyrolyse		
soit vapeur	2,50	t
(énergie de la vapeur)	6,96	Gj
soit électricité	0,87	mwh
Le compostage		
soit compost grossier	0,45	t
soit compost affiné	0,30	t
La méthanisation		
soit biogaz	89,00	m^3
soit gaz méthane	59,87	m^3
soit vapeur	0,65	t
(énergie de la vapeur)	1,82	Gj
compost grossier	0,47	t
Le tri mécanique		
papiers/cartons mélangés	0,28	t
verre mélangé	0,04	t
plastiques mélangés	0,07	t
métaux ferreux	0,05	t
métaux non ferreux mélangés	0,01	t
La fabrication de CDDM		
soit granules densifiés	0,50	t
soit vapeur	2,03	t
(énergie de la vapeur)	5,64	Gj

(1) Unités: Gj = gigajoule = (10^9) joules
m^3 = mètre cube
mwh = mégawatt-heure
t = tonne métrique

Source: Le Groupe SNC

2.1.2 LA PYROLYSE

La pyrolyse génère principalement des gaz à basse valeur calorifique. Ces gaz doivent habituellement être brûlés sur place pour produire de la vapeur. Le rendement énergétique de ce type d'installation est sensiblement le même que pour l'incinération. Les commentaires mentionnés pour l'incinération s'appliquent donc aussi à la pyrolyse.

2.1.3 LE COMPOSTAGE

Le compostage génère deux catégories d'amendement organique. À partir d'une tonne de déchets, on peut générer 0,45 tonne de compost grossier ou encore, après des traitements additionnels, 0,30 tonne de compost affiné (tableau 2.1).

La densité moyenne du compost est de 0,5 tonne par mètre cube. Le prix de vente du compost affiné varie entre 12 et 20 $ la tonne tandis que le compost grossier ne représente aucune valeur économique.

2.1.4 LA MÉTHANISATION

La méthanisation produit principalement des biogaz qui peuvent être utilisés tels quels ou être épurés pour obtenir du méthane. Le biogaz peut également produire de la vapeur. Le rendement énergétique de la méthanisation est de l'ordre de 20 à 25 pour cent.

Une tonne de déchets permet de générer, en moyenne, 90 mètres cubes de biogaz dont 65 pour cent est constitué de méthane. La combustion de ces 90 mètres cubes de biogaz produit 0,65 tonne de vapeur équivalant à 1,82 gigajoule (tableau 2.1). La méthanisation laisse également un résiduel solide qui a des qualités comparables au compost grossier et dont le rendement est similaire au compostage.

Le méthane pourrait être diffusé dans un réseau de gaz naturel. En 1985, les tarifs industriels étaient de l'ordre de 15 à 26 ¢ par mètre cube. Les prix de vente de la vapeur sont les mêmes que dans le cas de l'incinération.

2.1.5 LE TRI MÉCANIQUE

Le tri mécanique permet d'isoler les principales composantes des déchets. Les proportions de produits obtenus par le tri d'une tonne de déchets sont citées au tableau 2.1. Les prix de vente de ces produits sont cependant très faibles ou nuls si les matières sont trop contaminées ou trop mélangées.

2.1.6 LA FABRICATION DE CDDM

Les usines fabriquant du CDDM permettent de générer 0,5 tonne de combustible densifié à partir d'une tonne de déchets. Ce combustible a une valeur calorifique équivalente à la moitié de celle du charbon.

Avec 0,5 tonne de granules combustibles, il est également possible de produire deux tonnes de vapeur correspondant à 5,6 gigajoules. Le rendement énergétique de la production de vapeur est estimé à environ 75 pour cent (tableau 2.1).

Le charbon se vendant 70 à 80 $ la tonne, le prix de vente du CDDM devrait se situer, au maximum, à 35 ou 40 $ la tonne. Les prix pour la vapeur, seraient semblables à ceux déjà mentionnés pour l'incinération.

2.2 LA DEMANDE

2.2.1 LES MATIÈRES ÉNERGÉTIQUES

a) L'eau chaude et la vapeur

Ces sources d'énergie thermique s'adressent principalement aux secteur industriels. Les principales industries utilisatrices de vapeur se classent dans les secteurs suivants:

- les produits laitiers
- le papier-journal et le carton
- les produits pharmaceutiques
- les explosifs
- la transformation du bois
- les produits de béton
- la fabrication de tapis
- la transformation des aliments
- les textiles

- les papiers fins
- la fabrication de véhicules
- l'asphalte
- la fabrication de résines et de produits en plastique

Cependant, la plupart des clients potentiels québécois sont déjà convertis au gaz naturel ou à l'électricité. Le marché de la vapeur et de l'eau chaude se heurte donc à deux grands types de contraintes techniques et économiques.

Les contraintes techniques:

- l'emmagasinement de l'énergie
- la proximité des clients
- le contrôle de la température et de la pression
- la régularité de l'approvisionnement

Les contraintes économiques:

- les coûts élevés d'investissement et d'exploitation
- la concurrence des autres sources d'énergie
- la nécessité d'avoir une demande minimale suffisante et régulière afin d'assurer des revenus constants

b) L'électricité

Hydro-Québec détient légalement le monopole de production et de distribution d'électricité sur presque tout le territoire québécois, à l'exception de quelques municipalités dispersées qui possèdent leur propre réseau privé d'électricité. De ce fait, le marché de l'électricité privé peut être qualifié d'inexistant.

c) Le biogaz

Le biogaz peut être brûlé immédiatement après sa production et sert alors à générer de la vapeur. D'autre part, le biogaz épuré produit du méthane assimilable au gaz naturel. Or, ce dernier fait également l'objet d'un monopole détenu cette fois par la compagnie Gaz métropolitain dont les exigences de qualité du produit devraient être rencontrées avant sa distribution par un générateur indépendant.

d) CDDM

Les granules de CDDM densifiés peuvent être utilisés dans des fours spécialement conçus ou modifiés pour brûler des combustibles solides. Au Québec, peu de fours sont alimentés au charbon et seuls les fours de cimenteries et une partie des fours de transformation primaire des métaux peuvent être alimentés, sans modifications, avec certains types de combustibles solides. Ces clients potentiels sont énergivores mais sont aussi limités en nombre à travers le Québec.

Les granules pourraient également servir à générer de la vapeur ou de la chaleur directe (flamme). Les industries recourant le plus à ce dernier type d'énergie sont:

- les emballages de carton
- la fabrication de meubles métalliques
- l'emballage (pellicules)
- la fabrication de véhicules et de pièces
- les contenants de verre

- l'agro-alimentaire
- la fabrication de moteurs
- les armatures métalliques.

Cependant, la plupart de ces clients potentiels québécois sont déjà convertis au gaz naturel ou à l'électricité.

Les industries qui utilisent des chaudières alimentées en copeaux et en écorce sont peu enclines à s'approvisionner en granules car leurs combustibles actuels sont leurs propres sous-produits dont l'utilisation est plus avantageuse, au niveau économique.

Pour certains clients potentiels, l'utilisation du CDDM n'est pas intéressante car elle nécessite plus de manutention et d'espace d'entreposage, demande généralement des transformations aux équipements de combustion et génère une proportion considérable de cendres qu'il faut ensuite éliminer adéquatement.

2.2.2 LE COMPOST

Il existe deux types de compost pouvant être générés à partir des déchets. Le compost grossier, qui ne peut être utilisé que comme matériel de remblayage car il ne présente aucun intérêt pour l'agriculture et le compost affiné, que doit viser un marché de substitution parmi divers produits déjà existants.

Les principaux clients potentiels pour le compost affiné sont d'abord les paysagistes, les centres de jardinage et les magasins de vente au détail. On identifie également comme clients, mais pour des volumes moindres, les pépiniéristes, les floriculteurs et les municipalités.

Dans la région de Montréal, on estime à 120 000 tonnes par an le potentiel pour le compost, à condition que celui-ci soit mélangé avec de la terre dans une proportion 25/75.

Les perspectives de commercialisation du compost, en vrac ou en sac, semblent attrayantes mais demeurent soumises à diverses contraintes:

- une production constante toute l'année;
- une qualité suffisante;
- l'absence de métaux lourds;
- des prix compétitifs face à la concurrence de la terre arable, de la mousse de sphaigne ou de différents types de terreaux offerts.

2.2.3 LES MATIÈRES TRIÉES MÉCANIQUEMENT

Les marchés pour certaines grandes catégories de composantes telles que le papier, le carton et le verre n'existent que dans la mesure où ces produits sont propres, triés par catégorie et non souillés, ce que ne permet généralement pas le tri mécanique.

Les systèmes actuels peuvent trier séparément les métaux magnétisables ainsi que l'aluminium. Les métaux

triés à même les déchets domestiques ne représentent qu'une petite fraction des déchets (six pour cent en poids) et demeurent contaminés par les matières diverses qui s'y retrouvent.

Le marché des résines à base de plastiques mélangés est très peu développé au Québec. Cependant des expériences sont présentement en cours afin d'offrir de nouveaux débouchés économiquement intéressants.

CHAPITRE 3

LES ASPECTS ENVIRONNEMENTAL, ÉCONOMIQUE ET RÉGLEMENTAIRE

3.1 L'ASPECT ENVIRONNEMENTAL

3.1.1 L'AIR

Les impacts sur le milieu atmosphérique proviennent principalement de l'incinération en raison du contrôle efficient requis au niveau des rejets de gaz et de particules après la combustion (tableau 3.1). Les systèmes antipollution des incinérateurs représentent une partie importante des coûts d'implantation et d'exploitation.

Des fuites de gaz peuvent également se produire au niveau de la pyrolyse ou de la méthanisation et rappelons que les rejets provenant de la combustion de CDDM peuvent présenter les mêmes risques que ceux reliés à l'incinération en vrac des déchets.

3.1.2 L'EAU

Les impacts directs sur le milieu aquatique originent principalement de la qualité des effluents de traitement ou d'épuration. (tableau 3.1). Dans le cas de l'incinération et de la pyrolyse, il s'agit de bien contrôler la qualité des eaux de refroidissement des cendres et des mâchefers tandis que pour la méthanisation, les effluents à traiter proviennent des eaux ayant favorisé diverses réactions chimiques dans les digesteurs.

TABLEAU 3.1

TECHNIQUES	L'IMPORTANCE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX PAR TECHNIQUES																	
	AIR			EAU			SOL			DANGER			SANTÉ			AUTRES		
	particules	gaz acides	polluants organiques	effluents de la préparation	effluents du procédé	effluents de l'épuration	rejets de la préparation	rejets du procédé	rejets de l'épuration	feu	explosions	gaz	poussières	pathogènes	gaz toxiques	odeurs	bruit	vermines
INCINÉRATION	▒	■	■		▒	▒		▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒
PYROLYSE	▒	▒	▒		▒	▒		▒	▒	▒	▒	■	▒	▒	▒	▒	▒	▒
COMPOSTAGE					▒		▒	▒		▒	■		▒	▒		▒	▒	▒
MÉTHANISATION		▒	▒		▒	▒	▒	▒		■	■	■	▒	▒	■	▒	▒	▒
TRI MÉCANIQUE							▒	▒		▒	■		▒	▒		▒	▒	▒
FABRICATION DE COMM							▒	▒		▒	■		▒	▒		▒	▒	▒

LÉGENDE : □ : négligeable ; ▒ : faible ; ▒ : modéré ; ■ : élevé

Source: LE GROUPE SNC

3.1.3 LE SOL

Les impacts sur le milieu terrestre prennent la forme de rejets solides constitués de résidus provenant des divers traitements subis par les déchets avant leur valorisation (tableau 3.1). Dans le cas de l'incinération et de la pyrolyse, il s'agit des cendres et des mâchefers tandis que pour les autres techniques ce sont des résidus écartés à la suite des diverses phases de broyage et d'affinage. Dans tous les cas, ces rejets, non recyclés autrement, doivent être acheminés vers un lieu d'enfouissement sanitaire.

Signalons qu'une étude sur les cendres d'incinération a été réalisée en 1983 par une firme de consultants mandatée par le ministère de l'Environnement du Québec. L'étude portait sur la possibilité d'utiliser les cendres de l'incinérateur de la C.U.Q. comme matériau de fondation pour des routes. Les résultats de l'étude révèlèrent la présence de métaux lourds et d'imbrûlés qui constituaient un risque potentiel par rapport aux normes québécoises de rejets des eaux de lixiviation.

L'utilisation, à des fins de cultures alimentaires, de compost renfermant des métaux lourds, peut aussi entraîner des effets néfastes. La présence de ces métaux lourds est attribuable au mélange des déchets et des boues d'épuration provenant d'effluents industriels.

3.1.4 LES AUTRES IMPACTS

D'autres impacts reliés davantage à l'environnement interne ou à l'extérieur immédiat des usines de traitement sont aussi possibles. Ainsi, il y a des risques de feu lorsque des amoncellements de déchets séjournent longtemps dans des fosses de réception (combustion spontanée) ou des risques d'explosion lors du broyage ou du déchiquetage des déchets (tableau 3.1). Toutes ces techniques nécessitent aussi certains équipements qui sont bruyants ou qui dégagent de la poussière et, dans d'autres cas, la concentration de certaines matières triées ou digérées peut engendrer des odeurs nuisibles.

3.2 L'ASPECT ÉCONOMIQUE

Les études de faisabilité (voir bibliographie) réalisées au cours des dernières années par diverses firmes québécoises de consultants indiquent que ces techniques engendrent des coûts nets d'exploitation 1,5 à 6 fois plus élevés (tableau 3.2) que les coûts moyens d'enfouissement sanitaire présentement évalués à 10 $ la tonne.(1)

Les coûts d'enfouissement sanitaire auront tendance à s'accroître de façon significative à moyen terme étant donné la difficulté d'implanter de nouveaux lieux et la volonté d'assurer une exploitation garantissant la sécurité de la population à long terme. Toutefois, il subsistera encore pendant un

---

(1) Ministère de l'Environnement du Québec, "La gestion actuelle des déchets", septembre 1987

TABLEAU 3.2

TABLEAU COMPARATIF DES ESTIMATIONS DE COÛTS ASSOCIÉS AUX PRINCIPALES TECHNIQUES
(années 1984-1986)

TECHNIQUE	INTERVALLE DE CAPACITÉ POUR LEQUEL DES COÛTS ONT ÉTÉ ESTIMÉS T/AN	$/TONNE TRAITÉE			POURCENTAGE DES DÉCHETS VALORISÉS (3)
		COÛTS BRUTS (1)	REVENUS (2)	COÛTS NETS	
Incinération	30 000 - 600 000	50 - 80	20 - 30	20 - 60	70 - 80
Pyrolyse	30 000 - 110 000	50 - 80	20 - 30	20 - 60	70 - 90
Compostage	50 000 - 400 000	25 - 55	0 - 10	15 - 55	40 - 70
Méthanisation	10 000 - 50 000	45 - 90	0 - 5	40 - 90	70 - 90
Tri mécanique	45 000 - 100 000	35 - 50	0 - 15	20 - 50	15 - 90
Fabrication de combustible et de compost	30 000 - 100 000	35 - 70	10 - 15	20 - 60	60 - 90

Source: diverses études de faisabilité (voir bibliographie) produites par des firmes québécoises de consultants au cours des dernières années

(1) coût brut incluant les frais d'exploitation, le remboursement de la dette sur les immobilisations et les frais d'élimination des résidus sur un lieu d'enfouissement sanitaire

(2) revenus provenant de la vente de matières valorisées mais reportés sur l'ensemble du tonnage de déchets entrant à l'usine

(3) pourcentage du poids global des déchets qui sont valorisés sous une ou plusieurs formes

certain temps un écart économique considérable entre l'enfouissement sanitaire et les différentes méthodes de valorisation expérimentées.

Dans l'ensemble, si on prend les valeurs moyennes pour les coûts bruts et nets, le coût des six techniques se classerait dans l'ordre croissant suivant: le compostage, le tri mécanique, la fabrication de CDDM, l'incinération, la pyrolyse et la méthanisation. Par contre, il faut noter que les techniques les moins chères sont également celles qui ont, en moyenne, les plus bas taux de déchets valorisés.

Il est bon de souligner que les valeurs du tableau 3.2 doivent être considérées comme des ordres de grandeurs. Dans le cas des techniques encore au stade expérimental, il est difficile d'établir une fourchette de valeur vraiment significative.

3.3 L'ASPECT RÈGLEMENTAIRE

Toute usine de valorisation est soumise à l'émission de certificats et de permis, prévue à la section VII de la Loi sur la qualité de l'environnement qui porte sur la gestion des déchets. De plus, les normes de localisation, d'aménagement et d'exploitation de ces usines sont décrites aux sections V à VIII du Règlement sur les déchets solides et les normes d'obtention de certificat et de permis, aux sections II et III.

Les rejets de gaz et de particules dans l'air sont pour leur part régis par le Règlement sur la qualité de l'atmosphère tandis qu'un autre règlement contrôle les rejets d'effluents industriels dans le milieu aquatique. Soulignons aussi que la construction d'un incinérateur est soumise à la procédure d'étude d'impact qui fait ensuite l'objet d'une analyse par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement.

CHAPITRE 4

LA COMPARAISON ET LA COMPLÉMENTARITÉ ENTRE LES TECHNIQUES

4.1 LA COMPARAISON ENTRE LES TECHNIQUES

Les avantages et les inconvénients entre les techniques de valorisation sont résumés au tableau 4.1. On remarque qu'en moyenne le pourcentage de déchets valorisés est d'environ 50 pour cent pour le compostage et le tri mécanique et de 75 pour cent pour les quatre autres techniques. L'incinération et le compostage sont classés comme des techniques éprouvées, la fabrication de CDDM comme méthode partiellement éprouvée et les trois autres sont encore au stade expérimental. Au niveau des inconvénients, toutes les techniques présentent des contraintes en terme de qualité ou d'emmagasinement de produits et de débouchés.

4.2 LA COMPLÉMENTARITÉ DES TECHNIQUES

La figure 4.1 présente les différentes combinaisons possibles et l'ordre de priorité dans l'agencement des techniques. Une chaîne de techniques peut dont être la combinaison de deux à quatre techniques où le tri mécanique est souvent la première étape et où l'enfouissement sanitaire est requis, quelle que soit la combinaison de techniques.

TABLEAU 4.1

TABLEAU COMPARATIF DES AVANTAGES ET DES INCONVÉNIENTS ENTRE LES PRINCIPALES TECHNIQUES DE VALORISATION

GRANDES TECHNIQUES	PRINCIPAUX PRODUITS GÉNÉRÉS	POURCENTAGE DES DÉCHETS (en poids)		ÉTAT DE LA TECHNOLOGIE (voir note explicative)			PRINCIPAUX AVANTAGES	PRINCIPAUX INCONVÉNIENTS
		valorisé	résiduel	Anc.	Niv.	Nomb.		
Incinération	vapeur électricité	70-80	20-30	+ 50 ans	Épr.	***	. Technologie bien connue . Possibilité de co-génération de vapeur et d'électricité.	. Pollution de l'air si traitement inadéquat des rejets . Vapeur non stokable et non exportable à plus de quelques kilomètres
Pyrolyse	gaz combustibles et huiles	70-90	10-30	10 - 15 ans	Exp.	*	. Risques de pollution atmosphérique moins grands que l'incinération . Rendement thermique élevé.	. Fiabilité restant à démontrer. . Produits de qualité variable qu'il faut retransformer pour obtenir des revenus intéressants.
Compostage	compost	40-70	30-60	20 - 30 ans	Épr.	**	. Le compost peut remplacer les conditionneurs de sol. . Le compostage accéléré peut donner un meilleur produit que celui réalisé sans digesteur.	. Problème d'odeurs à l'usine si mauvais contrôle . Qualité variable du compost si tris inadéquats . Vaste et long entreposage requis durant l'hiver. . Problème de marchés (clients et prix suffisants)
Méthanisation accélérée	gaz méthane combustible et compost	70-90	10-30	2 - 5 ans	Exp.	*	. Le méthane, une fois épuré et traité, peut être stocké ou distribué immédiatement via un réseau de gaz. . Procédé accéléré équivalent au méthane généré et captable sur un enfouissement sanitaire.	. Le méthane ne peut être diffusé dans n'importe quel réseau de distribution. . Problème de marchés pour le compost (clients et prix suffisants)
Tri mécanique	ressources secondaires triées.	10-85	15-90	10 - 15 ans	Exp.	*	. Permet une grande variété de séparations. . Sert souvent de prétraitement à diverses autres techniques	. Qualité variable des matières triées selon le procédé . Tri manuel parfois requis à titre complémentaire. . Marchés et prix très faibles pour les produits
Fabrication de CDDM et de compost	CDDM et compost	60-90	10-40	10 - 15 ans	Part.	*	. Mêmes que ceux du compostage. . Le combustible dérivé, s'il est densifié, peut être stocké longtemps et est plus facilement transportable	. Mêmes que ceux du compostage. . Le combustible ne peut être brûlé dans n'importe quel four et génère des volumes appréciables de cendres.

NOTES EXPLICATIVES:

- CDDM = combustible dérivé des déchets municipaux

ÉTAT DE LA TECHNOLOGIE DANS LE MONDE:

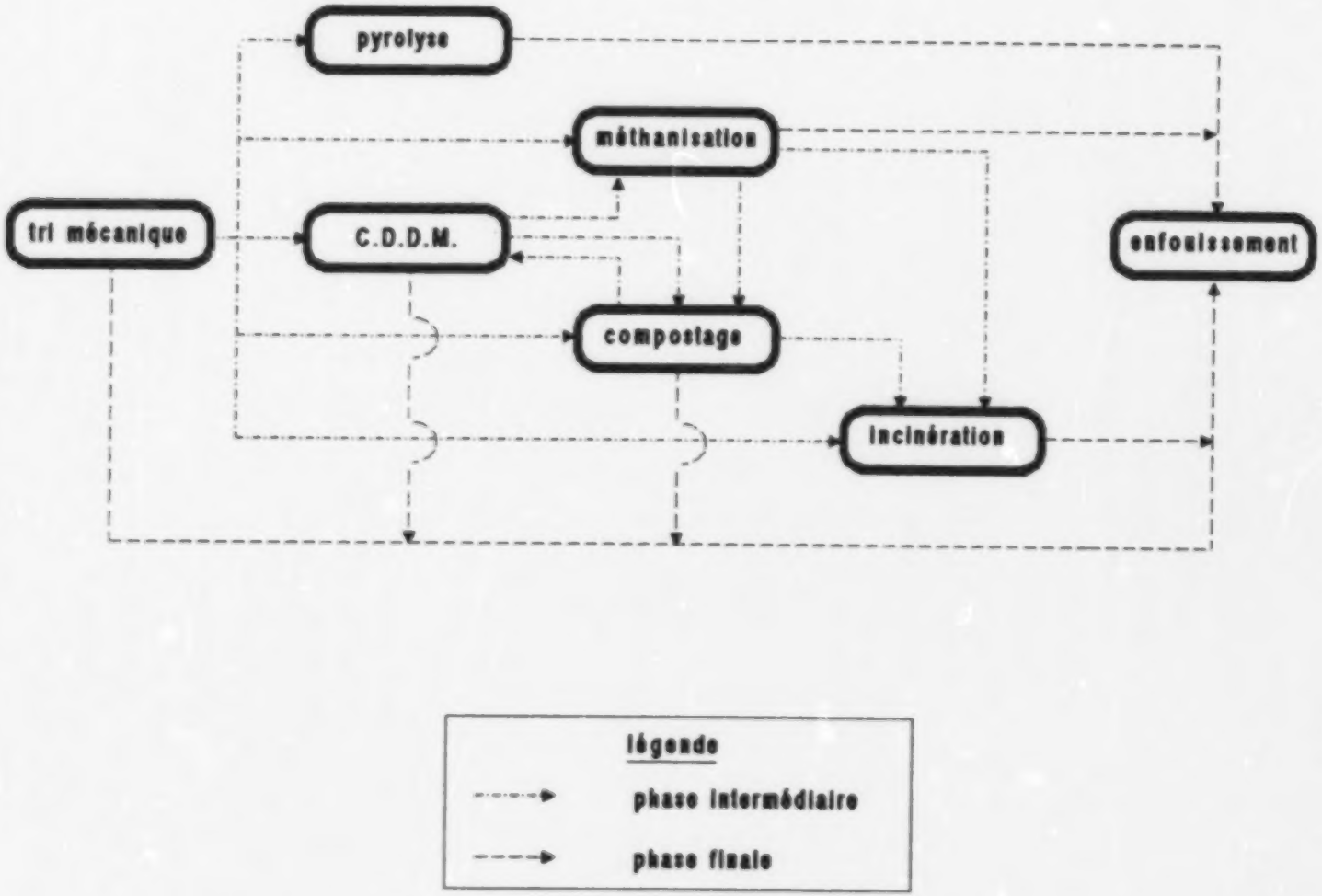
Anc. = ancienneté de la technologie

Niv. = niveau de développement
- Épr. = éprouvé
- Exp. = expérimental
- Part. = partiellement éprouvé

Nomb. = nombre d'usines en exploitation
- *** = plusieurs centaines
- ** = quelques centaines
- * = quelques dizaines ou très peu

FIGURE 4.1

COMPLEMENTARITE DES TECHNIQUES



Les principaux avantages de combiner plus d'une technique sont la quantité moindre de résidus à éliminer et l'obtention de produits identiques à ceux issus des différentes techniques prises individuellement. Mais il y a également des inconvénients, d'une part au niveau de l'exploitation, car la présence d'un plus grand nombre d'équipements peut entraîner plus de problèmes de contrôle et de risques de bris; d'autre part, au niveau des économies d'échelle qui peuvent être moindres lorsqu'il y a combinaison de différentes techniques.

CHAPITRE 5

LA SITUATION ACTUELLE

5.1 LA SITUATION AU QUÉBEC

5.1.1 LES USINES EXISTANTES

Les seules usines de haute technologie présentement en exploitation au Québec sont trois incinérateurs municipaux construits entre 1970 et 1976 (tableau 5.1). Situés à Montréal, Québec et Saint-David-de-l'Auberivière, elles desservent 23 pour cent de la population du Québec.

Ces trois incinérateurs possèdent les mêmes types de fours permettant l'incinération en vrac des déchets par combustion en continu sur des grilles dynamiques placées en gradins. Les incinérateurs de Québec et Montréal sont dotés d'un système de récupération d'énergie pour générer de la vapeur qui est ensuite vendue à des clients avoisinants.

5.1.2 LES PROJETS À L'ÉTUDE

Le tableau 5.2 présente la liste des études réalisées sur des projets envisagés au Québec pour le traitement et la valorisation des déchets municipaux. Cette liste n'est pas exhaustive mais présente les projets les plus récents et les plus sérieux. On remarque que des projets sont à l'étude dans la majorité des régions du Québec avec toutefois une plus grande concentration dans la région de Montréal.

TABLEAU 5.1

LISTE DES USINES DE TRAITEMENT DES DÉCHETS MUNICIPAUX
PRÉSENTEMENT EN EXPLOITATION AU QUÉBEC

LOCALISATION	TECHNIQUE	CAPACITÉ INSTALLÉE	PROPRIÉTAIRE	EXPLOITANT	ANNÉE D'OUVERTURE	COÛT DE CONSTRUCTION (MILLIONS $)	COÛTS D'EXPLOITATION ANNÉE: 1986 ($/TONNE)	
							Brut	Net(3)
Ville de Montréal	Incinération avec génération de vapeur (procédé VON ROLL)	1000 tonnes/jour (4 fours)	Ville de Montréal	Ville de Montréal	1970	14,7 + 18,9(1)	27	18
Ville de Québec	Incinération avec génération de vapeur (procédé VON ROLL)	900 tonnes/jour (4 fours)	Communauté urbaine de Québec	Firme Montenay inc.	1974	20,0 + 10,0(2)	66	51
Ville de Saint-David-de-l'Auberivière	Incinération sans génération de vapeur (procédé DE BARTOLOMEIS)	70 tonnes/jour (1 four)	Régie intermunicipale des déchets de la Rive-Sud de Québec	Régie intermunicipale des déchets de la Rive-Sud de Québec	1976	5,5	70	50

(1) coûts additionnels de 1983 à 1985 pour l'amélioration de systèmes antipollution et pour l'extension du réseau de conduite de vapeur
(2) coûts additionnels pour apporter diverses améliorations au système au fil des années
(3) coûts de revient après la déduction des subventions gouvernementales aux immobilisations et des revenus de vente de vapeur

TABLEAU 5.2

LISTE D'ÉTUDES RÉALISÉES SUR DES PROJETS ENVISAGÉS AU QUÉBEC POUR LE TRAITEMENT ET LA VALORISATION DES DÉCHETS MUNICIPAUX (août 1987)

RÉGION	ZONE ET POPULATION	TECHNOLOGIE	NOM COMMERCIAL DE PROCÉDÉ	PROMOTEUR ET ANNÉE DU DÉBUT DE L'ÉTUDE DU PROJET	CONSULTANT	REMARQUES
01	MRC de La Matapédia, la Mitis, Rimouski-Neigette, Matane, Avignon (135 000 personnes)	Incinération	CONSUMAT	Entrepreneur privé (1987)	à déterminer	Étude de pré-faisabilité à venir
01	Îles-de-la-Madeleine (14 000 personnes)	Compostage	non déterminé	MRC des Îles-de-la-Madeleine (1985)	SNC	Étude de faisabilité réalisée
02	MRC Le Fjord du Saguenay (172 000 personnes)	Incinération ou compostage	non déterminé	MRC de Le Fjord-du-Saguenay (1987)	UNIGEC	Étude de diverses solutions en cours
03	C.U.Q. (Communauté urbaine de Québec) (459 000 personnes)	Tri semi-mécanique de matières préalablement sélectionnées par un tri à la source	BEZNER	Sani-Gestion	Roche ltée	La CUQ a retenu cette proposition mais la décision relève de chaque municipalité
04	MRC de Drummond (75 000 pers.)	Pyrolyse	WASTE DISTILLATION TECHNOLOGY (LANTZ)	MRC de Drummond (1984)	Mertex	Étude de faisabilité réalisée
05	MRC de Sherbrooke (125 000 pers.)	Incinération	non déterminé	Ville de Sherbrooke (1985)	S.B.C.S. + LNR + Recytech.	Étude de faisabilité réalisée
06	MRC de Matawinie (29 000 pers.)	Compostage accéléré	B.A.V.	Partie sud-ouest de la M.R.C. de Matawinie (1984)	Pierre Nadon & associés.	Étude préliminaire réalisée
06	MRC de Montcalm (27 000 pers.)	Compostage de déchets ainsi que du fisier de porc	SILOOA-SILORCO (O.T.V.)	MRC de Montcalm (1984)	SNC	Étude de pré-faisabilité réalisée
06	MRC des Laurentides (30 000 pers.)	Fabr. de combustible solide	CTBM-ATS	CTBM (1986)	à déterminer	Étude à venir

TABLEAU 5.2 (SUITE)

LISTE D'ÉTUDES RÉALISÉES SUR DES PROJETS ENVISAGÉS AU QUÉBEC POUR LE TRAITEMENT ET LA VALORISATION DES DÉCHETS MUNICIPAUX (AOÛT 1987)

RÉGION	ZONE ET POPULATION	TECHNOLOGIE	NOM COMMERCIAL DE PROCÉDÉ	PROMOTEUR ET ANNÉE DU DÉBUT DE L'ÉTUDE DU PROJET	CONSULTANT	REMARQUES
06	MRC de Laval (273 000 pers.)	Fabrication de compost et de combustible solide	Système européen hybride	Ville de Laval (1984)	SNC	Étude de faisabilité réalisée
06	Île de Montréal sauf Montréal et quelques villes (750 000 pers.)	Fabrication de compost ou de CDDM	non déterminé	Régie intermunicipale de gestion de déchets sur l'île de Montréal (1985).	Lavallin	Étude de pré-faisabilité réalisée (certificat accordé)
06	MRC de Beauharnois-Salaberry (55 000 personnes)	Incinération	non déterminé	MRC de Beauharnois-Salaberry (1984)	Lapointe, Beauchamp, Reynolds, Côté, Derome, ass.	Étude de pré-faisabilité en cours
06	Villes de Brossard et Saint-Hubert (117 000 pers.) (MRC de Champlain)	Fabrication de combustible dérivé solide et de compost	ICOPOWER	Ville de Brossard (1984)	M-M Inc.	Étude de pré-faisabilité réalisée.
06	MRC de Roussillon (95 000 pers.)	Tri mécanique avec production de fibres et granules	ORFA	Ville de Delson (1985)	Tremblay-Gagné + Walsh	Études de faisabilité réalisée Certificat accordé
06	MRC DE la Vallée du Richelieu (90 000 personnes)	Méthanisation	BALU	Ville de Chambly (1987)	Delta Biogaz international	Projet d'étude de faisabilité
06	MRC du Haut-Richelieu (81 000 pers.)	Compostage	non déterminé	MRC du Haut-Richelieu (1987)	Ondins	Étude de pré-faisabilité réalisée
06	MRC du Bas-Richelieu (55 000 pers.)	Compostage	B.A.V.	Groupe privé (1986)	Pierre Vador et associés	Étude de pré-faisabilité réalisée

TABLEAU 5.2 (SUITE)

LISTE D'ÉTUDES RÉALISÉES SUR DES PROJETS ENVISAGÉS AU QUÉBEC POUR LE TRAITEMENT ET LA VALORISATION DES DÉCHETS MUNICIPAUX (août 1987)

RÉGION	ZONE ET POPULATION	TECHNOLOGIE	NOM COMMERCIAL DE PROCÉDÉ	PROMOTEUR ET ANNÉE DU DÉBUT DE L'ÉTUDE DU PROJET	CONSULTANT	REMARQUES
07	C.R.O. (Communauté régionale de l'Outaouais) (193 000 pers.)	Fabrication de combustible solide	non déterminé	C.R.O. (1985)	SNC	Étude de pré-faisabilité réalisée
08	Partie de la MRC de l'Abitibi (15 000 pers.)	Tri et compostage	CITROM	Sanimos-Contrex (1986)	Groupe LMB	Certificat accordé Construction en cours

Les techniques les plus souvent envisagées sont, par nombre décroissant, le compostage, la fabrication de CDDM et l'incinération. Deux certificats d'autorisation ont été accordés au cours des derniers mois et, de ce nombre, un seul projet est présentement au stade de rodage en Abitibi.

5.2 L'ÉTAT DE LA SITUATION DANS DIVERS PAYS

Le tableau 5.3 décrit la situation prévalant dans divers pays, surtout européens, au niveau des pourcentages de déchets qui sont enfouis ou valorisés. On remarque que, mis à part la France et le Japon, les déchets sont majoritairement enfouis tandis que l'incinération représente environ 25 pour cent en moyenne. Les autres méthodes regroupent principalement le compostage, la fabrication de CDDM et le dépôt en tranchée.

TABLEAU 5.3

POURCENTAGE DES DÉCHETS MUNICIPAUX ENFOUIS OU VALORISÉS DANS DIVERS PAYS

(Pourcentage selon le poids des déchets)

Pays ou province	Enfouissement	Incinération *	Autres méthodes	Année	Source
Allemagne	72	25	3	1982	1
Angleterre	89	9,5	1,5	1982	1
Autriche	70	10	20	1982	1
Belgique	62	29	9	1982	1
États-Unis	90	5	5	1982	2
France	44	38	18	1982	3
Italie	68	24	8	1982	1
Japon	32	65	3	1984	4
Pays-Bas	50	30	20	1982	1
Québec	68	23	9	1984	5
Suède	53	37	10	1982	1

* = avec ou sans récupération d'énergie

Sources:
1- ISWA
2- E.P.A.
3- Revue "Technique et sciences municipales"
4- Revue "World Waste"
5- Ministère de l'Environnement du Québec

CONCLUSION

L'incinération et le compostage sont des techniques éprouvées depuis plusieurs années et comptent chacune quelques centaines d'usines dans le monde. Les quatre autres techniques étudiées ont connu un développement plus récent et un nombre limité d'installations classées surtout comme expérimentales.

On constate de plus qu'il ne semble pas exister, à l'heure actuelle, de solution unique et simple pour traiter et valoriser l'ensemble des déchets. C'est pourquoi les projets sont de plus en plus complexes et doivent combiner plusieurs techniques pour atteindre un pourcentage intéressant.

D'autre part, quelle que soit la technique utilisée, il faut prévoir un lieu complémentaire d'enfouissement sanitaire pour éliminer divers types de déchets et résidus. De plus, un lieu d'enfouissement est également requis lorsque les déchets domestiques collectés ne peuvent plus être reçus dans une usine à haute technologie en raison de bris mécaniques, de grève des employés ou d'importants surplus de déchets ne pouvant être stockés en usine.

Plusieurs usines construites jusqu'à maintenant ont généralement, en cours d'exploitation, rencontré des difficultés d'ordre technique, économique ou les deux. Ces contraintes peuvent faire la différence entre la réussite et l'échec d'une technique de valorisation, à moyen et long termes.

Au niveau technique, l'implantation des usines de valorisation est soumise à une période normale de rodage et d'ajustement des équipements. Mais dans certains cas, divers types de problèmes semblent difficiles à résoudre car, quel que soit le degré de sophistication des équipements, leur conception ne semble pas encore rencontrer pleinement les résultats anticipés. L'hétérogénéité des déchets qui présentent des volumes, des compositions et des taux d'humidité très variables selon leur provenance et les saisons semble être la source de ces problèmes.

Au niveau économique, la viabilité des usines de valorisation est confrontée à une double difficulté reliée aux matières entrant et sortant de l'usine. D'une part, les exploitants de ces usines veulent obtenir des garanties à long terme, de la part des municipalités, pour s'assurer d'un approvisionnement régulier et d'un volume leur procurant une production à pleine capacité.

D'autre part, le coût de déchargement des déchets, à l'entrée de l'usine, est directement relié aux coûts d'investissement et d'exploitation mais aussi aux revenus issus de la vente des matières ou de l'énergie générées par la valorisation des déchets. Or, l'écoulement de ces produits se bute souvent à des problèmes divers tels la rareté ou l'éloignement des utilisateurs, la fluctuation des prix sur les marchés ou la piètre qualité de certains produits générés.

Chaque technique prise individuellement ne peut apporter une solution globale. Il s'agit donc de trouver une combinaison appropriée de moyens complémentaires parmi la collecte sélective, le traitement et la valorisation des déchets et l'élimination par enfouissement sanitaire.

GLOSSAIRE

aérobie	:	en présence d'air ou d'oxygène
amendement	:	toute substance incorporée au sol et visant à améliorer ses propriétés physiques
anaérobie	:	en l'absence d'air ou d'oxygène
andains	:	rangées de matières végétales ou organiques déposées sur le sol
CDDM	:	combustible dérivé des déchets municipaux
déchets municipaux	:	déchets générés par les activités domestiques et déchets commerciaux intégrés au système de collecte des déchets résidentiels
procédé	:	adaptation particulière d'une technique par un concepteur ou un constructeur d'équipements
putrescible	:	susceptible de se décomposer
substrat	:	élément servant de support stable
technique	:	agencement d'équipements obéissant à un principe général de fonctionnement distinctif et comportant un certain degré de complexité
valorisation	:	utilisation de techniques anciennes déjà éprouvées ou de techniques nouvelles permettant d'apporter une plus-value aux déchets en transformant une partie de ceux-ci en divers produits

BIBLIOGRAPHIE

ALBERT, James G., 1985. **Municipal Waste Processing in Europe: A Status Report on Selected Materials and Energy Recovery Projects**, World Bank Technical Paper n° 37, Washington, Etat-Unis, 175 p.

ALTER, Harvey, 1983. **Materials Recovery from Municipal Waste**, Marcel Dekker Inc. Washington, Etats-Unis, 280 p.

ANRED, 1985. **Amendements organiques et substrats de culture: Place des déchets**, France, 30 p.

ANRED, 1980. **Nouveaux procédés de valorisation des ordures ménagères**, France, 26 p.

ARSENAULT, GARNEAU, VILLENEUVE INC., 1984. **Étude sur la gestion des déchets, MRC Lajemmerais**, Montréal, Québec, chapitres I, 8, 10; 90 p.

ARSENAULT, GARNEAU, VILLENEUVE INC., 1985. **Inventaire de procédés portant sur l'incinération, la fabrication de combustibles dérivés des déchets et le tri mécanique**, Inventaire réalisé pour le ministère de l'Environnement du Québec, Montréal, 330 p.

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'ÉTUDE DES EAUX, 1984. **Utilisation énergétique des boues et déchets**, Paris, France, 196 p.

BALU, André, 1985. **Société de gazéification de méthane (Biogaz) S.G.M. ltée.** Montréal, 115p.

BRISSETTE ET AIMARO/SNC, 1985. **Étude de faisabilité pour l'implantation d'une usine de compostage dans la municipalité régionale de comté de Montcalm**, Montréal, 130 p.

CARRIER, TROTTIER, AUBIN ET ASSOCIÉS, 1981. **Récupération de l'énergie de combustion des déchets à l'incinérateur régional du comté de Lévis.** Québec, 162 p.

CENTRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE DU QUÉBEC, 1985. **Conversion pyrolytique des déchets pour la production d'énergie, vol. I: système de pyrolyse**, Étude réalisée pour le ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec, Vol. 1, 185p.

CENTRE FRANÇAIS DU COMMERCE EXTÉRIEUR, 1985. **Journées techniques françaises sur le thème des déchets ménagers: collecte-traitement-valorisation**, France, 124 p.

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES, 1981. **Le traitement des déchets municipaux solides**, Luxembourg, 96 P.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1984. **Composting of Agricultural and Other Wastes**, Edition J.K.R. Gasser, ISBN 0-85334-357-8

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1985. **Energy from Waste: an Evaluation of Conversion Technologies**, Luxembourg

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE CHAUFFE, 1986. **Le traitement et la valorisation des déchets**, France

CONSULTANTS MONTÉRÉGIENS INC., 1985. **Projet intégré de récupération d'énergie et de production agro-industrielle** ,Saint-Hubert, 220 p.

ENVIRONNEMENT CANADA, 1985. **Le programme national d'essais et d'évaluation des incinérateurs: Sommaire des essais à l'incinérateur à combustion en deux étapes de Parkdale, Ile-du-Prince-Edouard**, Canada, rapport SPE 3 UP 1, vol. 1, 100 p.

GENERAL ELECTRIC, 1976. **Solid Waste Management Technology Assessment**, États-Unis, Van Nostrand Reinhold Company, 370 p.

GIROUX, André (Lavallin), 1984. **Étude sur la gestion des déchets solides**, Rapport de mission en Europe, Montréal, 375 p.

GOVERNMENT ADVISORY ASSOCIATES INC., 1984. **Resource Recovery Yearbook, Directory and Guide**, États-Unis, 400 p.

INSTITUT FRANÇAIS DE L'ÉNERGIE, 1982. **Les déchets source d'énergie**, France, vol. 2, 350 p.

JOHNSON-COINTREAU, Sandra et al., 1985. **Recycling from Municipal Refuse: A State-of-the Art Review and Annotated Bibliography**, World Bank Technical Paper n° 30, Washington, États-Unis, 238 p.

MERTEX CONSULTANTS INC., 1986. **Centre d'élimination des déchets par distillation, région Drummond**, Montréal, vol. 1 et 2, 500 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DE FRANCE ET AL.,1984, **Élimination des déchets ménagers,techniques françaises**, France, 88 p.

MINISTRY OF THE ENVIRONMENT OF ONTARIO, 1980. **Experimental Plant for Resource Recovery: Report on plant operations**, Ontario, 63 p.

MINISTRY OF THE ENVIRONMENT OF ONTARIO, 1980. **Control of fires and explosions at the Experimental Plant for Resource Recovery**, Ontario, 45 p.

ORFA CORPORATION OF AMERICA, 1985. **The Orfa Manual: A Comprehensive Overview**, New Jersey, États-Unis, 105 p.

ORFA CORPORATION OF AMERICA, 1985. **Corporate Profile**, New Jersey, États-Unis, 60 p.

PAVONI, Joseph L. et al., 1975. **Handbook of Solid Waste Disposal,Material ane Energy Recovery**, États-Unis, Van Nostrand Reinhold Company, 565 p.

PFEFFER, J. ET ISAACSON, R., 1984 **Conversion of Municipal Solid Waste: A Technology Status Report**, Argonne National Laboratory - ANL/CNSV-TM-122

PIERRE NADON ET ASSOCIÉS, 1985. **Inventaire de procédés portant sur le compostage, l'hydrolyse, l'oxydation humide,l'hydrogénation et la digestion anaérobique**, Inventaire réalisé pour le ministère de l'Environnement du Québec, Montréal, 430p.

RECYTECH INC., 1986. **Étude de pré-faisabilité pour l'implantation d'une usine de traitement et de récupération énergétique des déchets municipaux à Sherbrooke**, Sherbrooke, 130 p.

ROCHE ASSOCIÉS LTÉE, 1979. **Étude de faisabilité du compostage des déchets solides domestiques**, Étude réalisée pour Pêches et Environnement Canada, Québec, 230 p.

ROCHE ASSOCIÉS LTÉE, 1985. **Étude sur la quantité et la composition des déchets québécois et développement d'un modèle prévisionnel**, Étude réalisée pour le ministère de l'Environnement du Québec, Québec, 97 p.

ROCHE ASSOCIÉS LTÉE, 1985. **Impact de la collecte sélective sur le territoire de la Communauté urbaine de Québec, volet I: Composition et valeur calorifique nette des déchets acheminés à l'incinérateur**, Étude réalisée pour la Communauté urbaine de Québec, Québec, 104 p.

ROCHE ASSOCIÉS LTÉE, 1985. **Impact de la collecte sélective sur le territoire de la Communauté urbaine de Québec, volet III: Rentabilité d'un centre de récupération des matières recyclables**, Étude réalisée pour la Communauté urbaine de Québec, Québec, 150 p.

ROCHE ASSOCIÉS LTÉE, 1977. **Potentiel de récupération de l'énergie des ordures ménagères au Québec**, Étude réalisée pour Environnement-Canada, Québec, 185 p.,

SNC, FB, LGA, 1987. **Étude de marché pour les produits générés par le traitement des déchets municipaux.** Étude réalisée pour les ministères québécois de l'Environnement de l'Énergie et des Ressources et de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation ainsi que du ministère canadien de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Montréal, 444 p.

SNC, 1984. **Étude sur la gestion des rebuts urbains à la ville de Laval**, Montréal, 375 p.

SNC, 1985. **Inventaire de procédés portant sur la gazéification, la fabrication d'éthanol, la méthanisation, la pyrolyse et l'incinération**, Inventaire réalisé pour le ministère de l'Environnement du Québec, Montréal, 375 p.

SNC, 1975. **La pyrolyse, possibilités techniques et économiques**, Étude réalisée pour les Services de protection de l'environnement du Québec, Montréal, 115 p.

SONOMA COUNTY COMMUNITY RECYCLING CENTRE, 1979. **Garbage to Energy: the false panacea**, États-Unis, 2e édition, 98 p.

TECHNIQUES ET SCIENCES MUNICIPALES, 1982. **3e inventaire des installations de traitement des ordures ménagères**, France, no. 4 bis, 60 p.

THE POLLUTION CONTROL ASSOCIATION OF ONTARIO AND THE ONTARIO MINISTRY OF THE ENVIRONMENT, 1985. **Solid Wastes: Quantity reduction and recovery, re-used and recycling**, Proceedings of a seminar, Ontario, 2 conférences, 19 p.

TREMBLAY, Denis, 1984. **MRC Roussillon, gestion des déchets**, Saint-Jean-sur-Richelieu, 100 p.

TREMBLAY, Gilbert et al., 1987. **Inventaire et évaluation de procédés de haute technologie pour le traitement et la valorisation des déchets municipaux** ,Québec, Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la récupération et du recyclage, 264 p.

TREMBLAY, Lucien, 1984. **Compte rendu des réunions dans le cadre de la mission sur les parcs industriels de récupération et de recyclage**, Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la récupération et du recyclage, Québec, 30 p.

U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, 1983. **Thermal Systems for Conversion of Solid Waste**, Argonne National Laboratory (6 volumes).

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 1982. **Municipal Solid Waste Bioconversion Technologies**, EGG-2193

WILSON, David Gordon et al., 1977. **Handbook of Solid Waste Management**, États-Unis, Van Nostrand Reinhold Company, 760 p.

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Environnement
Direction de la récupération et du recyclage